

⑤1

Int. Cl.:

G 01 r, 19/22

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑤2

Deutsche Kl.:

21 e, 19/22

⑩

⑪

②1

②2

④3

Offenlegungsschrift 2 150 888

Aktenzeichen: P 21 50 888.3-35

Anmeldetag: 13. Oktober 1971

Offenlegungstag: 19. April 1973

Ausstellungspriorität: —

③0

Unionspriorität

③2

Datum: —

③3

Land: —

③1

Aktenzeichen: —

⑤4

Bezeichnung: Modulator in Trägerfrequenz-Meßverstärkern

⑥1

Zusatz zu: —

⑥2

Ausscheidung aus: —

⑦1

Anmelder: Elan Schaltelement Kurt Maecker GmbH, 4040 Neuß

Vertreter gem. § 16 PatG: —

⑦2

Als Erfinder benannt: Bergmann, Kurt, Dr.-Ing. Dr., 5100 Aachen;
Rockschieß, Joachim, Dipl.-Ing. Dr., 4000 Düsseldorf

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 2150888

Rheinmetall Elektronik GmbH
Akte RE 106

Düsseldorf, den 11.10.1971

Modulator in Trägerfrequenz-Meßverstärkern

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Modulator in Trägerfrequenz-Meßverstärkern, die dazu dienen, die aus Aufnehmern kommenden amplituden-modulierten Meßsignale zu verstärken, vorzeichenrichtig gleichzurichten, zu filtern und zur Anzeige zu bringen. Die Aufgabe der vorzeichenrichtigen Gleichrichtung übernimmt dabei ein operativer, phasenselektiver Modulator, der deswegen eine vorzeichenrichtige Gleichrichtung bewirken soll, weil bei Verwendung von Trägerfrequenz-Meßverstärkern zur Anzeige der Meßsignale, die z.B. von Dehnungsmeßstreifen erzeugt werden, eine Dehnung dieser Dehnungsmeßstreifen ein positives Signal erzeugen soll, während eine Stauchung ein negatives Signal erzeugen soll, nachdem die Gleichrichtung erfolgt ist. D.h. also, daß die aus den Aufnehmern kommenden amplituden-modulierten Wechselstrom-Meßsignale bei einer Stauchung gegenüber einer Dehnung um 180° phasenverschoben sind und daß nach Gleichrichtung für die Dehnung ein positives Signal zur Anzeige gebracht werden soll und bei einer Stauchung ein negatives Signal.

Bei den bekannten Geräten dieser Art war die Konstanz und die Linearität eines Trägerfrequenz-Meßsystems dadurch begrenzt, daß sich der phasenselektive Modulator nicht in einen stabilisierenden Gegenkopplungskreis einbeziehen ließ. Geeignete Schaltungen waren zwar bekannt, aber ihre praktische Realisierung war umständlich und unwirtschaftlich. Beim Einsatz von Ringmodulatoren z.B. waren zur Erzielung hoher Linearitäten hohe Vorströme notwendig, welche sich bezüglich der erreichbaren Nullpunkt Konstanz ungünstig auswirkten. Bei einer anderen bekannten Ausführungsform, bestehend aus Transistormodulatoren, erreichte man zwar eine bessere Null-

punktkonstanz, mußte dagegen Beschränkungen in der erreichbaren Linearität in Kauf nehmen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diese erwähnten Nachteile zu vermeiden und einen operativen, phasenselektiven Modulator zu schaffen, zur vorzeichenrichtigen Gleichrichtung von Meßsignalen, der es erlaubt, in Trägerfrequenz-Meßverstärkern eine hohe Linearität zu erzielen, sowie eine gute Nullpunktkonstanz bei geringem Bauaufwand und damit geringem Herstellungspreis. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß ein operativer Verstärker vorgesehen ist, mit einem ersten Widerstand, der zwischen dem invertierenden Eingang und dem Ausgang geschaltet ist, während je ein weiterer Widerstand zwischen der Eingangsspannungseingabe und dem invertierenden Eingang bzw. dem nichtinvertierenden Eingang geschaltet ist und daß ein restspannungsfreies Schaltelement zwischen dem nichtinvertierenden Eingang und der Masse geschaltet ist, das durch ein Rechtecksignal gesteuert ist, dessen Phasenlage mit derjenigen der Eingangsspannung gleich bzw. um 180° verschoben ist und das Schaltelement so steuert, daß bei den negativen Halbwellen des Rechtecksignals das Schaltelement leitend ist und bei den positiven Halbwellen sperrt bzw. umgekehrt und dadurch die phasenselektive- und vorzeichenrichtige Gleichrichtung bewirkt. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die drei erwähnten Widerstände den gleichen Widerstandswert aufweisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besteht das Schaltelement aus einem Feldeffekttransistor.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines beispielsweise Schaltbildes näher erläutert.

Wie man auf diesem Schaltbild erkennen kann, weist der operative Verstärker V einen invertierenden Eingang I auf, einen nicht invertierenden Eingang II und einen Ausgang III. Ein Widerstand R.1 ist zwischen dem invertierenden Eingang I und dem Ausgang III geschaltet. Die Eingangsspannungseingabe

U_E ist über einen Widerstand $R.2$ mit dem invertierenden Eingang I des operativen Verstärkers V verbunden sowie über den Widerstand $R.3$ mit dem nicht invertierenden Eingang II des operativen Verstärkers V. Ferner ist eine Verbindung vorgesehen zwischen dem nicht invertierenden Eingang II des operativen Verstärkers V und der Masse über ein Schaltelement eines Feldeffekttransistors T.1 in Form.

Setzt man nun voraus, daß die Widerstände $R.1$, $R.2$, $R.3$ alle den gleichen Wert R haben, daß der Eingangswiderstand R_E des operativen Verstärkers V gegen unendlich geht, ebenso wie sein Verstärkungsfaktor und schließlich, daß der Ausgangswiderstand R_A des operativen Verstärkers V gegen Null geht, dann ergibt sich nach einiger Rechnung die Gleichung:

$$U_A = U_E \times \frac{(2R_T \times R)}{R_T \times R + R^2 - 1}$$

wobei R_T der Widerstand des Schaltelementes in seinem leitenden und seinem nicht leitenden Zustand darstellt.

Nehmen wir an, daß das Schaltelement T.1 leitet, dann geht der Widerstand R_T gegen Null und es ergibt sich:

$$U_A = U_E (-1) = -U_E$$

Ist das Schaltelement T.1 nicht leitend, dann geht sein Widerstand R_T gegen unendlich und es ergibt sich:

$$U_A = U_E \times (2 - 1) = + U_E$$

Es folgt daraus, daß, wenn die positive Halbwelle der Eingangsspannung am Eingang U_E mit der negativen Halbwelle des

- 4 -

Rechtecksignals S_R in Phase liegt, diese positive Halbwelle als negative Schwellspannung am Ausgang U_A erscheint. Da bei der positiven Halbwelle des Rechtecksignals S_R das Schaltelement T.1 sperrt, wird die negative Halbwelle der Eingangsspannung am Eingang U_E mit demselben Vorzeichen weitergeleitet und es ergibt sich in diesem Falle eine negative Gleichspannung (gestrichelt dargestellt), deren Vorzeichen angibt, daß es sich um eine Stauchung von Dehnungsmeßstreifen z.B. handelt und deren Größe über das Maß der Stauchung Auskunft gibt. Liegt umgekehrt die negative Halbwelle der Eingangsspannung am Eingang U_E mit der negativen Halbwelle des Rechtecksignals S_R in Phase, dann erscheint die negative Halbwelle der Eingangsspannung als positive Halbwelle am Ausgang U_A , da ja eine Vorzeichenumkehrung auftritt, wenn das Schaltelement T.1 leitend ist. Die positive Halbwelle wird wiederum vorzeichengleich weitergeleitet und es ergibt sich eine positive Ausgangsspannung am Ausgang U_A , die durch ihr positives Vorzeichen angibt, daß es sich um eine Dehnung bei Dehnungsmeßstreifen z.B. handelt und deren Höhe ein Maß für die Größe der Dehnung ist. Selbstverständlich kann das Schaltelement T.1 auch genau im umgekehrten Rhythmus leitend bzw. nichtleitend sein, es verändert sich dadurch nur das Vorzeichen der Ausgangsspannung U_A .

Es sei noch bemerkt, daß sich aus den Voraussetzungen für die oben erwähnten Gleichungen ergibt, daß das Schaltelement T.1 restspannungsfrei sein muß, damit der Modulator gemäß der Erfindung einwandfrei arbeitet. Aus diesem Grunde sind normale Schalttransistoren nicht geeignet, sondern nur Feldeffekttransistoren oder ähnliche kontaktlose Schalter bzw. kontaktbehaftete Schalter, falls sie in der Lage sind, die Schaltvorgänge durchzuführen, die durch das Rechtecksignal S_R ausgelöst werden.

- 5 -

309816/0490

Aus Versuchen hat sich ergeben, daß der Modulator einwandfrei arbeitet und eine verbleibende Nichtlinearität und Nullpunktinkonstanz unter 5×10^{-4} zu erreichen erlaubt, wenn die Widerstände R.1, R.2, R.3 mit einem Wert von 10 k Ω gewählt werden, der operative Verstärker V einen Eingangswiderstand R_E von ungefähr ein M Ω aufweist und einen Ausgangswiderstand R_A von ungefähr 5 bis 10 Ω , sowie einen Verstärkungsfaktor von 5 bis 10×10^4 . Mit diesen Elementen und einem Feldeffekttransistor, der in seinem leitenden Zustand einen Widerstand von etwa 10 Ω aufweist und in seinem nichtleitenden Zustand einen Widerstand von 10^{10} Ω sind die genannten Ergebnisse zu erzielen.

Alle in den Unterlagen offenbarten Angaben und Merkmale werden, soweit sie gegenüber dem Stand der Technik einzeln oder in Kombination neu sind, als erfindungswesentlich beansprucht.

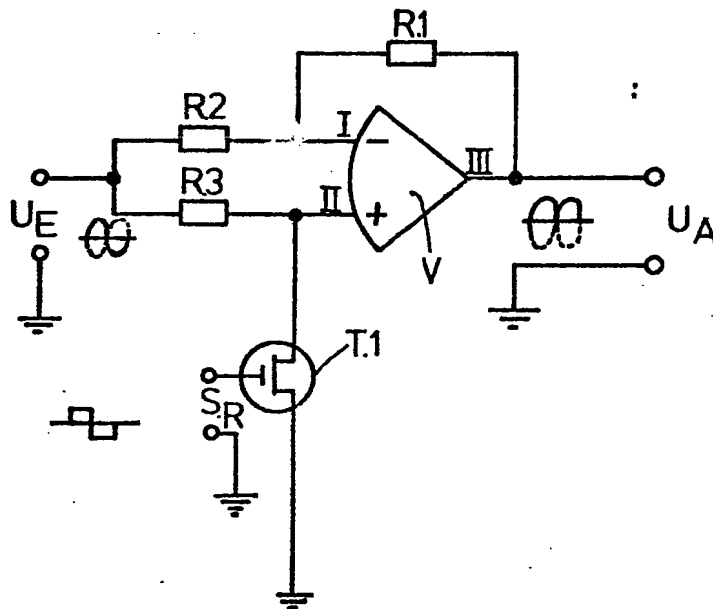
Rheinmetall GmbH
Akte RE 106

Düsseldorf, den 11.10.1971

6

A n s p r ü c h e

1. Modulator in Trägerfrequenz-Meßverstärker zur Gleichrichtung von Meßsignalen d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß ein operativer Verstärker (V) vorgesehen ist mit einem ersten Widerstand (R.1) der zwischen dem invertierenden Eingang (I) und dem Ausgang (III) geschaltet ist, während je ein weiterer Widerstand (R.2, R.3) zwischen der Eingangsspannungseingabe (U_E) und dem invertierenden Eingang (I) bzw. dem nichtinvertierenden Eingang (II) geschaltet ist und daß ein restspannungsfreies Schaltelement (T.1) zwischen dem nichtinvertierenden Eingang (II) und der Masse geschaltet ist, das durch ein Rechtecksignal (S_R) gesteuert ist, dessen Phasenlage mit derjenigen der Eingangsspannung (U_E) gleich bzw. um 180° verschoben ist und das Schaltelement (T.1) so steuert, daß bei den negativen Halbwellen des Rechtecksignals (S_R) das Schaltelement (T.1) leitend ist und bei den positiven Halbwellen sperrt bzw. umgekehrt und dadurch die phasenselektive und vorzeichenrichtige Gleichrichtung bewirkt.
2. Modulator nach Anspruch 1 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß die Widerstände (R.1, R.2, R.3) alle gleichen Wert haben.
3. Modulator nach Ansprüchen 1 oder 2 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß das Schaltelement (T.1) aus einem Feldeffekttransistor besteht.

Docket # ZTP03P01119

Applic. # _____

Applicant: Christian Duscher

Lerner Greenberg Sterner LLP

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

File 19-27 AT 13.10.71 OT 19.04.73

309816/0490

ORIGINAL INSPECTED